

数学月間から見た教育数学

谷克彦（数学月間の会世話人）

1. 数学月間活動とは何か

日本の数学月間は、片瀬豊の提案で 2005 年に日本数学協会が 7/22-8/22 を数学月間と定めたことに始まります。数学啓蒙活動をこの時期に集中し、数学の重要性を社会にアピールする狙いです。この活動は、片瀬豊が小林昭七からの情報で長年にわたりウォッチングして来た米国 MAM (Maths Awareness Month : 1986 年 4 月 17 日のレーガン宣言により米国の国家的な行事として開始され今日に至る) に影響されたものです。日本の数学月間をこの期間に定めたのは、山崎圭次郎の発案によるもので、 $22/7 \doteq \pi$ 、 $22/8 \doteq e$ に因みます。小林昭七によると、時期限定の MAM のほかに、米国では数学サークルという日常活動があるそうで、これもぜひ手本したいものです。国家的な行事の米国 MAM は、数学系学協会が参加する JPBM (Joint Policy Board for Maths) が、毎年、社会を反映した数学のテーマを選定し、この期間（毎年 4 月）に種々のイベントが展開され、国民からの事後評価も受けます。皆が知りたいと思う時局の数学を、種々のレベルで学習できるウェブサイトは充実し、エッセイや論文が集積され、そのテーマの数学を基礎から最先端まで、学生が独習できる優れたガイドになります。MAM 期間には、一般から専門家まで、小学生から大学生まで、色々なレベルのイベントが全国で展開されます。レーガン宣言で国家的な行事 MAM を決断した背景には、国民の数学力が低下し、米国の産業力も低下するとの焦りがあったと思われませんが、日本も同様な状況にあり、国家的な行事の数学月間が望まれます。数学月間発足当時は、片瀬豊らが中心に文科省にも働きかけを行いました。具体的な進展はなく、大学や研究所などの主催するそれぞれのオープンハウスや講演会などが個別に行われているのが現状です。ボランティア・ベースの数学月間の会 SGK の活動は、7 月 23 日の数学月間懇話会の主催や、他の団体の主催する数学祭り（とっとりサイエンスワールドなど）に協力しています。

2. 数学と社会の架け橋＝数学月間

数学月間活動がボランティア・ベースである以上、本意ではありませんが活動のメニューを絞らざるを得ません。数学月間の核心を考察してみましょう。数学月間活動は、数学者のための活動（数学界を応援する）ではありますが、数学者のための活動（数学内輪の同好会）ではありません。つまり、数学を取り巻く周辺への働きかけです。国民の数学への関心を高めれば、畢竟、数学者のためになるのだが、現実には、数学者たちの偏狭さと自由思考のため、献身的な協力は得られていません。

2012 年から始まったフランスの数学啓蒙活動（数学週間）を見てみましょう。数学週間は、国民教育省の企画の下、“現在の生き活きとした魅力ある数学の提示”、“数学が日常生活で果たしている重要性の提示”などの 5 つの目的を掲げ、パートナーと呼ばれる 20 数団体が参加して、毎年 3 月中旬に行われます。毎年、統一テーマが決められます。また、“数学カンガルー”、“国内数学オリンピック大会”なども同時開催されます。

他分野の例も比較してみましょう。日本化学会など化学 4 団体が、10 月 23 日を「化学の日」、この日を含む月曜から日曜までを「化学週間」と 2013 年に制定しました。10 月 23 日としたのは何故か？ 高校の化学を思い出すと、なるほどと思い当たることでしょう。化学週間には、全国一斉のオープンキャンパスなどがあり、意匠登録されたロゴマークを、すべての化学啓発活動に付してビジビリティの向上を目指しています。提案 4 団体だけではなく、経産省や文科省、マスコミ、企業など、産官学一体となった本格的な活動が立ち上がっています。化学の日イベントは、各地の高校や大学、研究所などで実施され、月刊誌「ニュートン」、「化学」、「現代化学」、「子供の科学」などへの PR 記事の掲載があります。数学研究は孤高で周辺分野との架け橋は必要ないとの見方もありますが、数学の影響は社会のあらゆる分野に広がり、化学の比ではありません。数学月間活動の呼びかけは数学の外周へ向けた広い視野の横断的な活動でなければなりません。それにもかかわらず、数学者は、抽象化されたものを洗練することに熱中し、自ら手を染め現実から数学を抽出しようとしたがりません。物理、化学、工学、医学、社会科学、... のどの分野であろうと形而下には関心がないようです。抽出された数学は美しいに決まっているが、数学者はその美しさに自己陶醉し、その源泉である周辺分野への配慮がほとんどないので、国民レベルから数学への共感を得るに至っていません。

3. 数学月間流数学から教育数学への提言

私たちの数学月間は、社会が数学を知ると同時に、数学が社会を知る双方向活動であるべきだと思います。数学会や同好会であれば、数学だけを論じればよいが、数学月間では数学が働きかける場に立ち数学を見ます。抽象数学であつてもそれが使われる場（対象）と連携した数学の話ならば、数学周辺の人々の共感を得ることでしょう。数学周辺から数学をとらえる必要があるのだが、数学者はその必要性を感じていないし、数学周辺に付随したものに気を散らすことは好まない。しかし、歴史的にも数学の発生源は、科学技術や社会課題にあり、その数学概念の発見にも現場の科学者たちが寄与しています。現在でも種々分野の実験結果や法則の中に新しい数学の萌芽があるに違いありません。教育数学においても、数学の作用する場（対象）からの数学概念の導入が望ましいと考えます。

4. 今年から始めた数学月間勉強会の目指すもの

(1) 米国 MAM は、今年から、「数学及び統計学月間」MSAM (Maths and Statistics Awareness Month) となりました。統計学が強調されたのです。複雑系、画像識別、ビッグデータ解析、レイティングやランキングの予測などが主要テーマとして登場するようになった背景には、圧倒的なコンピュータ利用と人工知能 AI の発展があります。現代は、衛星からスマートフォンまで大小のソースから、データがリアルタイムで集められます。予測解析法の革新が期待でき、数学、コンピュータ・サイエンス、データ科学、統計学には実り多い時期です。Google, Yahoo, Amazon, Facebook, Twitter 等々で、私たちのさまざまな情報が蓄積され、携帯電話も私たちの位置情報を送信しています。嫌なことですが、スノーデンの告発で明らかになったように、個人情報、個人メールを含むあらゆる通信情報が、

米国 NSA により収集 (collect it all) され、進歩した AI 技術で検索や解析ができる監視社会になりました。それはともあれ、検索、解析、予測での数学の役割は重要です。

データ解析の基本は評価関数に対する最小二乗法にあり、例えば、材料中の化学状態分布図を得るには、単成分のスペクトルを基底に 1 次結合を作り、最小二乗法で混合状態のスペクトルを決定 (特異値分解を使う) します。大規模行列であるがランク落ちのため不定解となる画像の推定は、至る所スパースな解という条件下で最小二乗法に持ち込み、少ない観測点数でサンプリング定理を超越する驚くほど高解像の解が得られています。天文学や医用画像などで適用され、MRI 撮影の高速化にも寄与しています。実際、画像は大部分の領域でただただ変化し、急峻な変化する箇所は少ない (スパース) ので、このような圧縮センシングや画像圧縮 jpg が成功しています。離散数学はコンピュータと相性が良いわけですが、教育数学においても重要性が高いと思います。

(2) 私達の数学月間でも定例になった 7 月 23 日の懇話会のほかに、今年から、専門レベルのメニューも開始しました。このシリーズ第一弾は、「結晶空間群で物理と数学を学ぼう」で、全 4 回 [2017 年に 3 回終了し、第 4 回は、2018 年の 3 月] の予定です。

(第 1 回) 空間のデジタル化=結晶空間. 並進群, (第 2 回) 点群,

(第 3 回) 並進群を点群で拡大して結晶空間群を作る, (第 4 回) 群表現と性質の対称性
準同型定理の心と, 群の直積, 半直積や条件積による群拡大の仕組みが理解できます。

従来の数学では、いきなり群を定義してその抽象的な本質だけを取り扱いますが、作用する対象物があるの数学です。数学月間流の数学では、対象物 (結晶空間) に対しての群論なので、物理と数学の両方を学ぶことができ理解が深まります。歴史的にも点群や空間群の数え上げは、鉱物学者の業績だし、デジタル世界の結晶格子は、整数論への貢献も多い。それらの科学的業績は数学者には忘れ去られ、数学者は何でも始めから自分でやり直そうとするので、数学をますます孤立させています。数学を使う周辺の科学者は数学を勉強しているが、数学者は関連分野の業績 (専門用語くらいは先人と共有したらよい) をもっと利用したら良いのではないのでしょうか。

(注) *****

群論は、代数方程式の解法に関し生まれ、1770-1832 年代に、ラグランジュ、コーシー、アーベル、ガロアなどが係わっております。同時期に平行して、鉱物学の現場で、結晶の幾何学から出発して、有理指数の法則 [アウイ(1783)], 点群や空間群の数え上げがなされました。3 次元の結晶点群 32 種は、ヘッセル (1830, 鉱物学), 3 次元の空間格子のタイプ 14 種は、ブラベー(1848, 物理学), 続いて、3 次元の空間群のタイプが 230 種であることが、フェドロフ (鉱物学), シェンフリーズ (数学), バーロー(実業家)により 1885~1894 年代に、互いに独立に数え上げられました。

具体的に数学の適用される対象の現場に立って数学を知ることが、教育数学でも必要なことだと思います。